

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-283930

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 J 9/39  
9/385  
9/44

H 0 1 J 9/39 A  
9/385 A  
9/44 A

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-85086

(22) 出願日 平成9年(1997)4月3日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 小沼 和夫

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

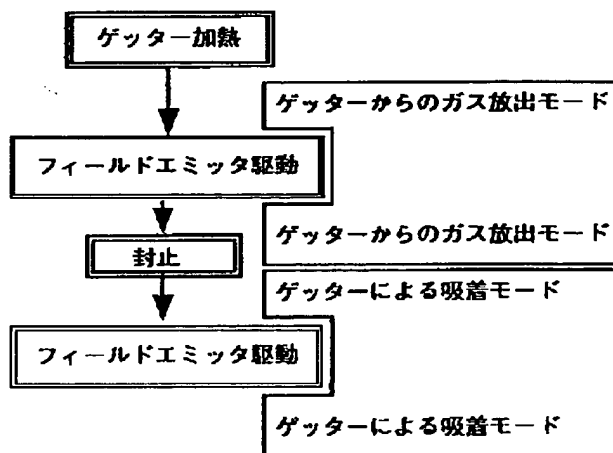
(74) 代理人 弁理士 若林 忠

(54) 【発明の名称】 陰極線管の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 陰極線管の排気工程において、陰極の清浄化による電子放出特性の改善が行なえる陰極線管の製造方法を提供する。

【解決手段】 管体を加熱排気している期間内に前記管体には蔵するゲッター装置を加熱し、このゲッター装置の加熱によって気体が放出されている期間に陰極から電子を放出させる。その後、管体の排気管を封止して前記ゲッター装置の吸着作用で真空を維持する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 管体を加熱排気している期間内に前記管体に内蔵するゲッター装置を加熱した後に前記管体の排気管を封止して前記ゲッター装置の吸着作用で真空を維持する陰極線管の製造方法において、前記ゲッター装置の加熱によって気体が放出されている期間に陰極から電子を放出させることを特徴とする陰極線管の製造方法。

【請求項2】 請求項1の陰極線管の製造方法において、前記電子の放出の期間、前記気体の成分に含まれる質量数4以下の気体の分圧の和が前記気体の全圧の50%以上に保持されていることを特徴とする陰極線管の製造方法。

【請求項3】 請求項1の陰極線管の製造方法において、前記陰極がマイクロフィールドエミッタであり、前記電子の放出の期間では前記マイクロフィールドエミッタのカソードコーンの電位に対して管体内部の如何なる部位の電位も100V以内の電位差であることを特徴とする陰極線管の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、真空度を高めるためのゲッター装置を装着している陰極線管に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、陰極線管においては、その管体内にゲッター装置が装着され、管体内を真空排気し、封止（チップオフ）した後、高周波誘導加熱装置によってゲッター装置のゲッター剤を蒸発、飛散させ、これに残留ガスを吸着させることによって管体内の真空度を更に高めるようにしていた。

【0003】陰極線管の例としては、テレビ受像器やコンピュータのモニタ画面に用いられるCRT（Cathode Ray Tube）やFED（Field Emission Display、フィールドエミッションディスプレイ）と呼ばれる薄型の表示管、高周波アンパや高周波発信器に用いられる進行波管（TWT）など多岐に渡っている。

【0004】図7は従来の陰極線管の構成例としてのCRTを示す。図7において、陰極線管は真空容器となる管体1と、電子放出源となる陰極2と、真空度を高めるためのゲッター装置3とを備えている。電子放出源としては、電子を放出しやすい物質や構造のターゲットを加熱して電子を放出させる熱カソード（熱陰極）や、マイクロフィールドエミッタと呼ばれる電界放射型のコールドカソード（冷陰極）が使用されている。電界放射型のコールドカソードは、コーン形状の鋭利な電子放出部としてのカソードコーンを導電性基板上に設け、導電性基板上にカソードコーンを囲むように絶縁層を設け、カソードコーンを露出させるサブマイクロンレベルの放射孔を有するゲート層を絶縁層上に設け、ゲート層にカソードコーンに対して正極の電圧を印加し、カソードコーン先

端から電子を真空中に放出する電子源である。これは例えば特開平7-147129号公報に記載されている。ゲッター装置としては特開平8-124502号公報に記載のものがある。ゲッター剤としてはバリウムを用いたものが一般的に用いられておりバリウムゲッターと呼ばれている。このバリウムゲッターは真空引き以前の大気中での安定化のために、バリウム-ニッケルの合金状態にされていることが一般的である。

【0005】前記の管体1には排気の引き口となるチップ管4が備えられている。チップ管4はガラス製であり、排気完了時にはヒーター加熱で軟化させて封止（チップオフ）され得る。陰極2の近傍で陰極2からの電子放射方向には前記電子の軌道を制御するための電子レンズ6が配置されている。電子レンズ6への電圧印加や陰極2への電圧印加のためにハーメチックピン5が備えられている。

【0006】図8に従来の陰極線管の排気装置の構成を示す。陰極線管の管体1のチップ管4に排気マニホールド7が接続されている。排気マニホールド7にはゴム製のOリングが備えられており、密閉構造を作るため、Oリングを介してチップ管4の外径を排気マニホールド7がくわえ込む構成になっている。そして排気マニホールド7にはバルブ8を介して真空ポンプ9が接続されている。

【0007】陰極線管の必要排気到達真空度は $1 \times 10^{-6}$  Torrから $1 \times 10^{-9}$  Torrであるので、前記真空ポンプ9は油拡散ポンプと油回転ポンプの組み合わせ、または、ターボモリキュラーポンプと油回転ポンプの組み合わせが用いられる。しかしながら、細いチップ管を介しての真空引きだけでは上記の必要排気到達真空度を得ることが難しいので、ゲッター装置による吸着作用を併用することが一般的である。そのため管体1の内部にゲッター装置3が備えられている。このゲッター装置3を管体1の外部から加熱する装置として誘導加熱コイル11が備えられている。

【0008】この誘導加熱コイル11は、ゲッター装置3のゲッター剤を蒸発、発散するに十分なエネルギーをゲッター剤に与えるように設定している。ゲッター剤の加熱に関しては特開平7-85793号公報や特開平8-124502号公報に記載されている通りである。なお、ゲッター剤の過熱状態を色温度でモニタするための光センサを配置して、CRTの透明な部分を通してゲッター剤の温度をモニタする場合がある。

【0009】到達真空度を向上させることと、排気時間を短縮することを目的として管体1は加熱炉10内に納められている。管体1の材質であるガラスの軟化点が約400℃であるので、加熱炉10は管体1を400℃未満の温度で加熱するように設定されている。管体1の加熱を行うとチップ管4および排気マニホールド7の温度も上昇する。排気マニホールド7は部分的に冷却されて

いる場合もあるが、ガラス製のチップ管4の排気マニホール7側の端部と、チップ管4の管体1側の端部とに極端に温度差があると亀裂が生じるため、排気マニホール7が冷却されすぎないように調整されているのが実情である。ハーメチックピン5の部分は管体本体の温度と同じになっている。電子レンズ6の電極焼きのための誘導加熱コイル（不図示）や、チップ管4の封止のための電熱ヒータ12も備えられている。

【0010】図9は従来の陰極線管の排気工程の概略を示す流れ図である。排気工程の概要は以下の通りである。図8に示した排気装置を用いて、まず、(1)管体のチップ管をマニホールに取り付ける。(2)管体内の真空引きを開始し、継続排気する。(3)前半は加熱、後半は冷却という一定の温度プロファイルで加熱炉で管体を加熱、冷却する。そして、前記温度プロファイルにおける冷却過程で、(4)管体のチップ管の封止（チップオフ）を行う。

【0011】加熱炉で管体を一定の温度プロファイルで加熱、冷却することの一例としては特開平4-32130号公報に記載されているものがある。上記の管体加熱工程の期間に電極焼きと呼ばれる工程が行われる場合も多い。電極焼きは陰極線管の電子レンズを誘導加熱して電極のガス出しを行う工程である。電極焼きで放出されたガスの排気は、前記温度プロファイルにおいて管体の冷却工程の期間に行うことが一般的である。

【0012】また、前記排気工程においてはチップ管の封止直前にゲッター剤の蒸発、飛散の工程が行われる。あるいは、チップ管の封止後にゲッター剤の蒸発、飛散の工程を行う場合もある。ゲッター剤は不活性ガス以外のガスについては吸着作用を有しているが、アルゴンやヘリウムといった不活性ガスに対しては吸着は皆無とい

って良い。

【0013】前者の場合、すなわちチップ管の封止（チップオフ）以前にゲッターの蒸発、飛散を行う場合には、ゲッター剤から放出された不活性ガスを一部真空ポンプで取り除く作用がある。ところが後者の場合、すなわちチップ管の封止後にゲッターの蒸発、飛散を行う場合では、発生した不活性ガスがそのまま残ってしまう。後者の場合には特にアルゴンガスが多く残ることが知られている。

【0014】また前者の場合には、蒸発、飛散されたゲッター剤はその時点から不活性ガス以外には比較的速い吸着作用を示す。そのため、ゲッターの蒸発、飛散後に長い時間、封止（チップオフ）をしないで排気を行っていると、真空ポンプ中の不活性ガス以外のガスを管体内に呼び込んで吸着するようになり、逆圧現象が現れてしまう。逆圧現象となると真空ポンプの油等の汚れを管体内に送り出してしまうので、管体内の真空状態が極端に劣化する。したがって、上記のような逆圧現象が現れる以前に封止（チップオフ）を行なう必要がある。

【0015】上記のゲッター加熱工程においては前者、後者のいずれの場合にもゲッターからのガス放出で真空度が劣化する時期（以後、「ゲッターからのガス放出モード」と呼ぶ）にカソードから電子を放出させることは行わない。カソードから電子を放出するときは、ゲッターによる吸着作用によって真空度が $1 \times 10^{-6}$  Torrよりも高真空になった時期（以後、「ゲッターによる吸着モード」と呼ぶ）である。

【0016】図10に、上記の各モードと、電子放出すなわち陰極駆動との従来の対応関係の一例を示す。この図に示すように、ゲッター加熱によってゲッターからのガス放出モードとなっている期間にはフィールドエミッタ駆動を行わずに、ゲッターによる吸着モードの期間になって初めて電子放出のための駆動を行う。尚、オキサイドカソードと呼ばれている陰極を用いたCRTにおいてはカソード分解と称した工程があり、真空引き開始直後の酸素濃度が比較的高い時期にカソードを通電加熱する工程が一般的に採用されているが、この場合にはカソードを酸化する工程であり電子放出を意図したものではない。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】従来の陰極線管およびその製造方法においては、チップ管の封止（チップオフ）を行った後は管体内の不活性ガスの残留は取り除けない課題があった。そのため、すでに述べたとおり、不活性ガスが多量に放出されるゲッターの蒸発、飛散工程後に封止（チップオフ）を行うことが実施されている。この場合、逆圧現象が現れる以前に封止（チップオフ）しなければならないことはすでに述べたとおりである。

【0018】一方、陰極線管の陰極はその電子放出特性を向上させるための前処理が必要である。前処理方法には、マイクロフィールドエミッタを用いたコールドカソードにおいてはモリブデン金属製のエミッタコーン先端が汚れていたり酸化してしまっていると電子放出効率が低いので、真空中での加熱処理により表面を清浄化したり、電子放出を持続させて電子放出の自己増加作用（これは一般にエージングと呼ばれる）を生じさせたり、または、イオンスパッタリングにより表面の汚染や酸化物層を取り除いたりする方法がある。汚染が激しい場合や酸化物が厚い場合にはイオンスパッタリングが最も効果的な前処理である。しかし、従来の陰極線管の排気工程においては、管体内にスパッタリングガスを必要量導入して、陰極に対する前処理完了後に前記残留スパッタリングガスを取り除き必要な真空度にする事が行えなかった。汚染除去後の表面に化合物を形成させないためにはスパッタリングガスとしては不活性ガスを用いることが好ましい。

【0019】本発明の目的は、上記従来技術の課題を解決するために、陰極線管の排気工程において、陰極の清浄化による電子放出特性の改善が行なえる陰極線管の製

造方法を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、管体を加熱排気している期間内に前記管体内に内蔵するゲッター装置を加熱した後に前記管体の排気管を封止して前記ゲッター装置の吸着作用で真空を維持する陰極線管の製造方法において、前記ゲッター装置の加熱によって気体が放出されている期間に陰極から電子を放出させた後に真空を封止することを特徴とする。

【0021】また、上記の陰極線管の製造方法において、前記電子の放出の期間、前記気体の成分に含まれる質量数4以下の気体の分圧の和が前記気体の全圧の50%以上に保持されていること、あるいは、前記陰極がマイクロフィールドエミッタであり、前記電子の放出の間では前記マイクロフィールドエミッタのカソードコーンの電位に対して管体内部の如何なる部位の電位も100V以内の電位差であることが好ましい。

【0022】(作用)上記のとおり発明では、陰極線管の排気工程の際、陰極線管が管体の真空度維持のために備えているゲッター装置の加熱によって気体が放出されている期間に、陰極から電子を放出させる。その結果、ゲッター装置からの放出気体がイオン化されてそのイオンが陰極に照射されるスパッタ作用により、陰極が清浄化され、電子放出特性が改善される。

【0023】特に、電子の放出の期間では、ゲッター装置からの放出気体の成分に含まれる質量数4以下の気体の分圧の和が前記放出気体の全圧の50%以上に保持されている。この事により、主に低質量気体のイオンによるスパッタ作用が生じるので、陰極の損傷が少なくできる。同時に、スパッタ作用で放出される陰極からの気体や2次電子の程度も低く、スパッタ作用が誘発する放電破壊も抑制される。

【0024】また、電子の放出の期間では陰極の電子放出部(例えばマイクロフィールドエミッタのカソードコーン)の電位に対して管体内部の如何なる部位の電位も100V以内の電位差にした。この事によって、イオン衝撃が誘発する放電破壊が抑制される。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0026】まず、本発明の請求項1に対応する実施形態として、マイクロフィールドエミッタを陰極に用いたCRTの製造方法について述べる。

【0027】CRTの製造工程、特に排気工程の概要は図9に基づいて従来技術の欄で述べた通りである。即ち、図9で示したように、まず、(1)管体のチップ管をマニホールドに取り付ける。(2)管体内の真空引きを開始し、継続排気する。(3)前半は加熱、後半は冷却という一定の温度プロファイルで加熱炉で管体を加熱、冷却する。そして、前記温度プロファイルにおける

冷却過程で、(4)管体のチップ管の封止(チップオフ)を行う。

【0028】図1は本発明の請求項1に対応する、陰極線管の製造方法の特徴を最もよく表した流れ図である。以下、本形態の特徴的な工程を図1を用いて詳細に説明する。ゲッター装置の加熱によるゲッター剤の蒸発、飛散の工程は前記排気工程においてチップ管の封止直前に行なわれる。ゲッター装置の加熱を行う真空度は $1 \times 10^{-6}$  Torr以下とする。図1で示すゲッター加熱が行われると、ゲッター剤およびその容器が含有していた物質が気体となって放出される。ゲッター加熱直後のゲッターからのガス放出モードの前半においては様々な気体が管体内に存在する。その大半はゲッター剤を作製した工程での雰囲気ガスであり、大気成分に類似したものである。窒素や酸素や水素に加えて不活性ガスのアルゴンやヘリウムも存在する。

【0029】ゲッターからのガス放出モードの後半においてはゲッターのポンプ作用によって窒素、酸素、水素等の活性気体が減少して残留気体の主成分はアルゴンとヘリウムの2種類の不活性ガスとなる。アルゴンとヘリウム以外の気体成分の分圧が $1 \times 10^{-8}$  Torr以下で、アルゴン分圧が $1 \times 10^{-8}$  Torr以上 $1 \times 10^{-6}$  Torr以下の状態を、ゲッターからのガス放出モードの後半と呼ぶことにする。このゲッターからのガス放出モードの後半において、陰極であるマイクロフィールドエミッタのゲートとカソードコーンの間に電圧を印加してカソードコーンから電子を放出させる。陰極に近接して配置している電子レンズには共通に500Vの電位を印加しておく。アパーチャグリルの電位も500Vとする。前記ゲートの電位は0Vとして、カソードコーンの初期電位は-80Vとする。初期電位とはカソードコーンに初期的に与える電位である。カソード電流を1秒周期でモニタしてその電流が10マイクロアンペアを超えないように電圧を増加させる(0Vに近付ける)。カソード電流が10マイクロアンペアに達していなくても電圧を減少(0Vから遠ざける)させることは行わない。尚、マイクロフィールドエミッタは50ミクロン直径のエリアにカソードコーンを1000個並べたものを用いる。

【0030】マイクロフィールドエミッタを駆動しての電子放出は1分から2分で終了して、それから真空引きを継続してアルゴン分圧が $1 \times 10^{-8}$  Torr以下の状態になってから封止を行う。封止後、ゲッター装置のポンプ作用で残留気体の特に活性気体の分圧が減少する。アルゴンとヘリウム以外の残留気体分圧が $5 \times 10^{-9}$  Torr以下の状態でCRTを駆動する。ここでのCRT駆動は通常ラスタスキャンと呼ばれている駆動方法を用いる。

【0031】次に、本発明の請求項2に対応する実施形態を図2及び図3を用いて述べる。図2と図3はそれぞれ

れ、CRTの製造方法においてゲッター装置の加熱直前から排気し1回目の陰極駆動、封止を経過して2回目の陰極駆動を完了するまでの工程を示した流れ図と管体内部の状態を示した状態図である。

【0032】図2を用いて工程の流れの概要を説明する。ゲッター加熱を行った後に電子レンズの加熱を行い、その後に陰極であるマイクロフィールドエミッタを駆動して電子を放出させる。この電子放出の期間に管体内部の残留気体イオンによるスパッタによってエミッタのカソードコーンの表面清浄化を行う。前記エミッタ駆動後に排気を継続し、その後に封止を行う。封止後30分以上放置させてゲッター装置のポンプ作用によってさらに管体内部の真空度を向上させた後に2回目のエミッタ駆動を行う。この2回目の駆動はラスタスキャンである。

【0033】尚、図2において2重囲いの枠で示した工程、例えば「ゲッター加熱」の工程は実際にその期間に開始および終了させる工程として示してある。一方、1重囲いの工程、例えば「排気」の工程はその期間の状態を示している。具体的に述べると「排気」の工程は「ゲッター加熱」の前から封止の瞬間までターボ分子やポンプや油拡散ポンプといった排出型の真空ポンプによって継続して行われている。「ゲッターポンプ作用」の工程はゲッター加熱の瞬間から開始されて図2の工程が完了した以降も継続して行われている。

【0034】引き続き、請求項2に対応した実施形態の更なる詳細について、図2と図3を参照しながら説明する。図2の工程を行うための排気装置の構成を図4に示した。図3の状態は図2の各工程に対応した管体内部の真空度を表したものである。

【0035】ゲッター加熱は管体内部の全圧が $1 \times 10^{-8}$  Torr以下の状態で開始する。ゲッター加熱によってゲッター剤および容器の温度が上昇して図3に示す通りに全圧およびアルゴン分圧等が増加する。20秒の加熱の結果、全圧が $1 \times 10^{-5}$  Torrに至る。加熱を停止することによって前記温度が低下して放出ガス速度が低下して真空ポンプによる排気によって真空度が向上していく。ゲッター加熱停止後にはゲッターポンプ作用が加わることで真空度の向上の速度はゲッター加熱以前よりも急速である。

【0036】ゲッター加熱を停止して5秒後（ゲッター加熱開始から計測して25秒後）に電子レンズの加熱（電極加熱と呼ぶ）を開始する。電子レンズは図2で示した工程の以前に同一管体内での真空中高温（800℃以上）加熱を済ませてある。図3に示す通り、電極加熱を開始することで管体内部の全圧が増加する。真空ポンプの排気能力に対して管体内部の全圧が逆圧状態にならないように電極加熱の温度を調整して全圧の低下を防ぐ。1例としては電極温度は300℃に維持する。電子レンズは管体に取り付ける以前に予め水素雰囲気中で加熱

処理してある。このために上記温度での電極加熱では放出ガスの主成分が水素となる。この結果、電極加熱の期間での圧力は図3に示す通り、主に水素とヘリウムとアルゴンによって占められている。そして、その全圧はこの排気装置の構成の逆圧限界の $1 \times 10^{-9}$  Torr以上の $1 \times 10^{-7}$  Torrを保っている。5秒間の電極焼きの終了と同時にエミッタ駆動を行う。

【0037】エミッタ駆動の詳細は、請求項1に対応する実施形態で述べた「陰極であるマイクロフィールドエミッタのゲートとカソードコーンの間に電圧を印加してカソードコーンから電子を放出させる」という工程と同じである。このエミッタ駆動の工程の期間は30秒継続する。この期間、全圧は $1 \times 10^{-9}$  Torr以上の $1 \times 10^{-7}$  Torr以下であり、ヘリウム分圧と水素分圧の和が全圧の50%以上を保持している。前記真空ポンプの排気コンダクタンスとゲッター装置のゲッター剤の量と質を調整することで50%以上の割合を保持する。真空ポンプはアルゴンのように質量数の大きな気体に対する排気能力が高いので前記排気コンダクタンスを増加することでアルゴン分圧の低減が行える。酸素や窒素や水素、水といった活性気体はゲッターのポンプ作用で急速にその分圧を低下させることができる。酸素や窒素分子は質量数が比較的大きいので真空ポンプでの排気も比較的効率的に行える。これらの条件を調整することで上記50%以上の割合を保持する。エミッタ駆動の期間、電子によってイオン化したヘリウムや水素といった低質量（共に質量数4以下）の残留気体が主にカソードコーンの表面をマイルドスパッタして表面を清浄化する。電極間の最大電位差が560V以下で低質量によるスパッタ作用であるのでカソードコーンであるモリブデンの内部のカスケード生成が軽微となりカソードコーンの損傷が少なくできる。同時にスパッタ作用で放出されるガスや2次電子の程度も低く、スパッタ作用が誘発する放電破壊も抑制される。

【0038】このようなエミッタ駆動後に、真空ポンプによる排気とゲッターポンプ作用の2つの作用で真空度が向上するのを待って封止を行う。この際の全圧は逆圧限界に近接した $1 \times 10^{-9}$  Torrである。逆圧限界以下にはならない時期に封止を行う。封止後にゲッターポンプ作用でさらに真空度が向上するのを30分待ち、ラスタスキャンである2回目のエミッタ駆動を行う。

【0039】ここで、上述の排気工程を実施するための排気装置の構成について説明する。図4に前記排気装置の構成を示す。同図では図8に示した構成部品と同一部品には同一符号を付してある。本形態の排気装置は図4に示すように、図8で説明した装置の構成に加えて、電極加熱誘導加熱コイル13および耐熱性配線14を備える。電極加熱誘導コイル13は、図2に示した流れ図における電極加熱を行うための装置である。従来の電極焼きにおいても同様の装置が使用されているが本装置にお

いては300℃程度の加熱温度を安定して与えられる電流調整機構を備えていることが特徴である。耐熱性配線14は、図2に示した流れ図における1回目のフィールドエミッタ駆動を行うための設備であり、加熱炉による加熱に耐える性能を備えている。

【0040】次に、本発明の請求項3に対応する実施形態を図5及び図6を用いて述べる。図5は進行波管電極の電子銃部分の構成の一例を示したものである。図5において、陰極2はマイクロフィールドエミッタであり、金属製の土台15の上に固定されている。土台15は前記エミッタのカソードコーンの電位を与える配線の役割も担っている。前記エミッタのゲート電極への電位を与える配線16および第1アノード17、第2アノード18が備えられている。実際に進行波管として実用される際には第1アノードと第2アノードの各電極には1キロボルト以上の電圧が印加される。実用に際してはマイクロフィールドエミッタを用いた陰極においてはカソードコーンに0V、ゲートに120Vの電圧が印加される。本実施形態ではゲッター加熱直後のエミッタ駆動においては図5に示す通りにカソードコーンの電位に対して全ての電極電位を100V以下に設定する。尚、容器の電位は0Vである。

【0041】図6に進行波管におけるゲッター工程の流れ図を示す。この図に示すようにゲッター加熱直後にフィールドエミッタの駆動を行う。その際の初期電位は図5に示す通りである。カソード電流に応じてゲートの電位を低下させていく。その要領は請求項1に対応する上記実施形態で説明した通りである。本実施形態ではカソード電流として100マイクロアンペアにした。ゲッターは非蒸発型を用いる。非蒸発型のゲッターはゲッター装置のゲッター剤個体表面の吸着作用を利用して容器内の残留気体を吸着して真空度を高める。残留気体を吸着した個体表面は不活性になるので活性な表面を露出させるためにゲッター剤の加熱による個体分子移動が必要である。この加熱の際にはゲッター剤および周辺からガス放出が起きる。特に真空中での初めてのゲッター加熱では多量の内包気体が放出される。図6中のゲッター加熱は真空中での最初の加熱である。この加熱によって放出された気体が電子によってイオン化してカソードコーンをスパッタして清浄化する。カソードコーンと他の電極部分との電位差が最大100Vであるので、イオン衝撃が誘発する放電破壊などの損傷は低減される。

【0042】上述した実施形態において、特に請求項1及び2に対応する実施形態ではCRTの例について述べたが、陰極線管を用いたフラットディスプレイでも同様に行うことができる。また上述した実施形態では、陰極に関してマイクロフィールドエミッタの例で説明を行ってきたが、熱陰極でも同様に行うことができる。この場合にはヒーター加熱によって電子を放出することになる。

#### 【0043】

【発明の効果】本発明は以上説明したように構成されるので、以下に記載する効果を奏する。

【0044】請求項1に記載の発明は、陰極線管の排気工程において、ゲッター装置の加熱によって気体が放出されている期間に陰極から電子を放出させて、陰極に対してイオンスパッタリングを行なうことができる。その結果、陰極が清浄化され、特性改善が行える。

【0045】また、請求項2及び3に記載の発明は、陰極の放電破壊を低減しながら上記効果を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の請求項1に対応する陰極線管の製造方法の特徴を最もよく表した流れ図である。

【図2】本発明の請求項2に対応する陰極線管の製造方法の特徴を最もよく表した流れ図である。

【図3】本発明の請求項2に対応する陰極線管の製造工程による管内の状態図である。

【図4】本発明の請求項2に対応する陰極線管の排気装置の構成図である。

【図5】本発明の請求項3に対応する陰極線管としての進行波管の電子銃部分の一例を示す構成図である。

【図6】本発明の請求項3に対応する陰極線管の製造方法を示す流れ図である。

【図7】従来の陰極線管の構成図である。

【図8】従来の陰極線管の排気装置の構成図である。

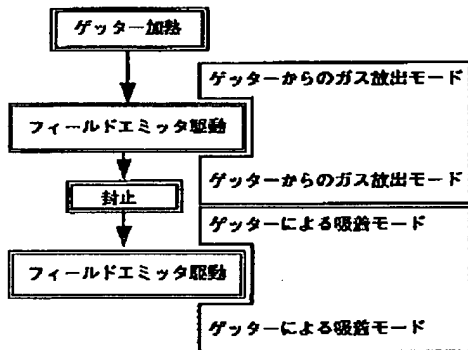
【図9】従来の陰極線管の排気工程を示す流れ図である。

【図10】従来の陰極線管のゲッター工程を示す流れ図である。

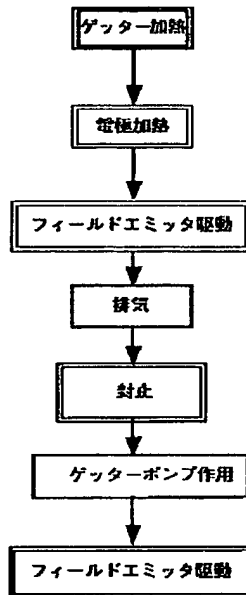
#### 【符号の説明】

- |    |             |
|----|-------------|
| 1  | 管体          |
| 2  | 陰極          |
| 3  | ゲッター装置      |
| 4  | チップ管        |
| 5  | ハーメチックピン    |
| 6  | 電子レンズ       |
| 7  | 排気マニホールド    |
| 8  | バルブ         |
| 9  | 真空ポンプ       |
| 10 | 加熱炉         |
| 11 | 誘導加熱コイル     |
| 12 | 電熱ヒータ       |
| 13 | 電極加熱誘導加熱コイル |
| 14 | 耐熱性配線       |
| 15 | 金属製の土台      |
| 16 | 配線          |
| 17 | 第1アノード      |
| 18 | 第2アノード      |

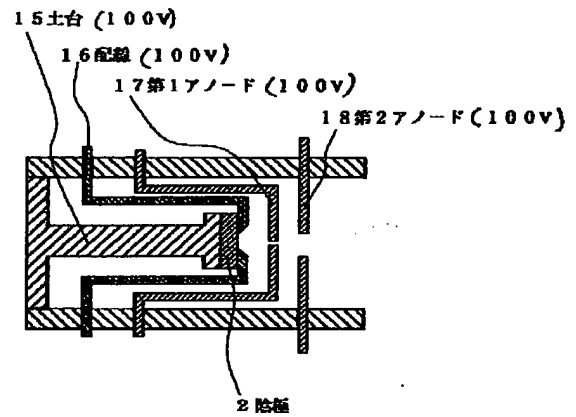
【図1】



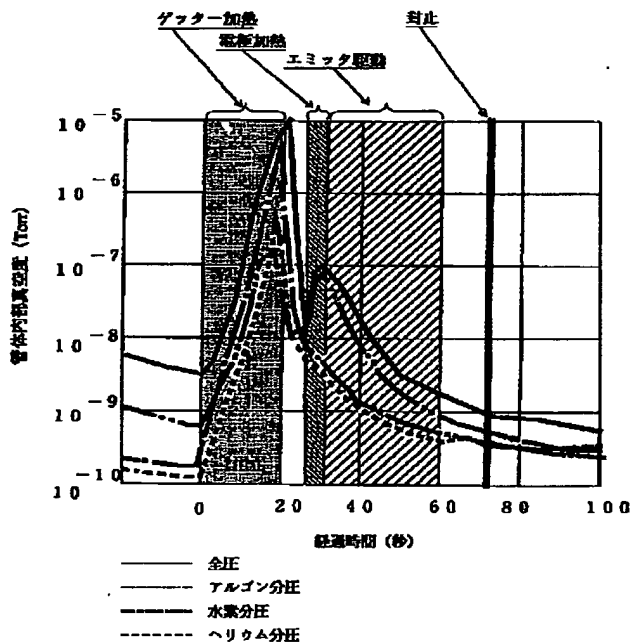
【図2】



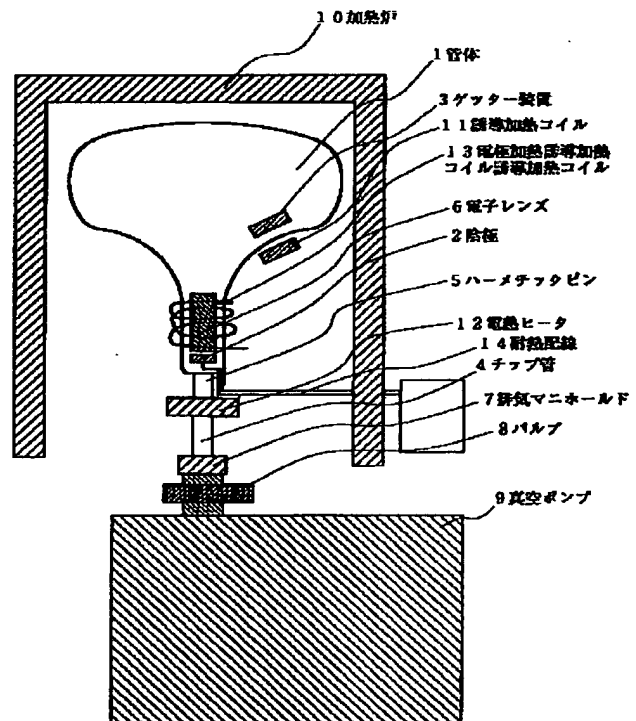
【図5】



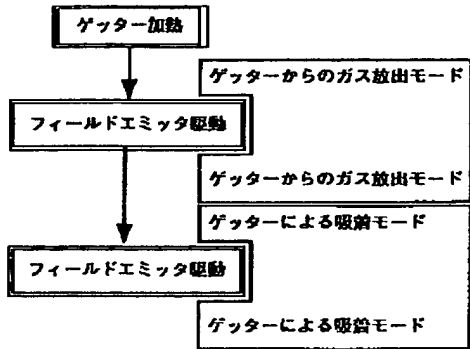
【図3】



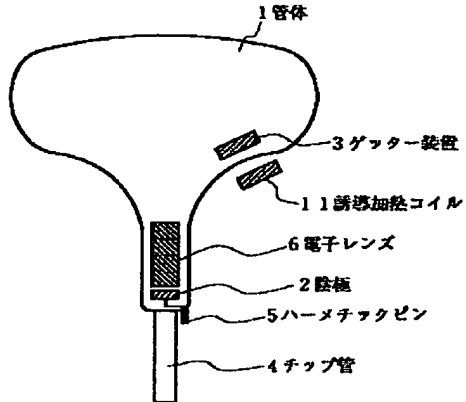
【図4】



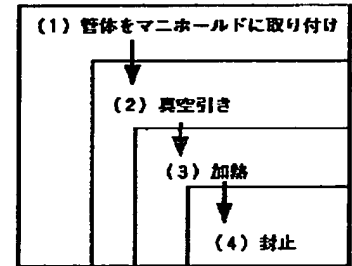
【図6】



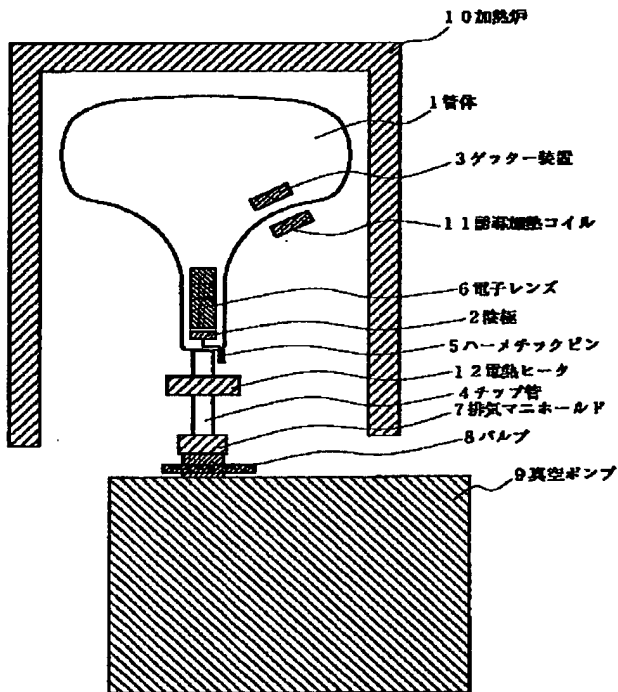
【図7】



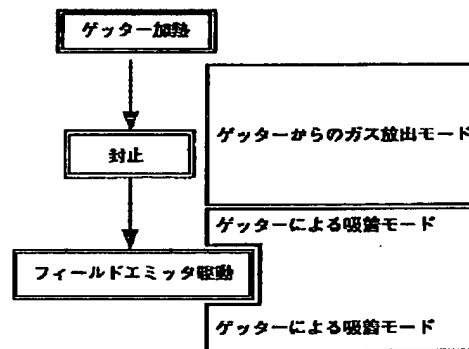
【図9】



【図8】



【図10】





(19) Japan Patent Office (JP)

(11) Japanese Patent Laid-Open Number: Hei 10-283930

(12) Publication of Unexamined Patent Applications (A)

(43) Laid-Open Date: Heisei 10-10-23 (October 23, 1998)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> Identification Code F1

H 01 J 9/39

H 01 J 9/39 A

9/385

9/385 A

9/44

9/44 A



Request for Examination: No request to be done

Number of Claims: 3 OL (eight pages in total)

(21) Application Number: Hei 9-85086

(22) Filed: Heisei 9-4-3 (April 3, 1994)

(71) Applicant: 000004237

NEC Corporation

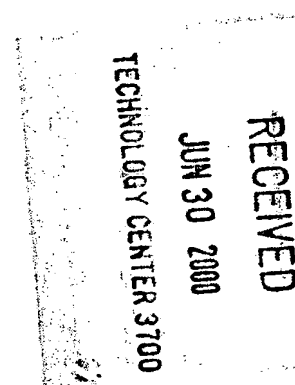
7-1 Shiba 5-chome, Minato-ku, Tokyo

(72) Inventor: Kazuo Konuma

NEC Corporation

7-1 Shiba 5-chome, Minato-ku, Tokyo

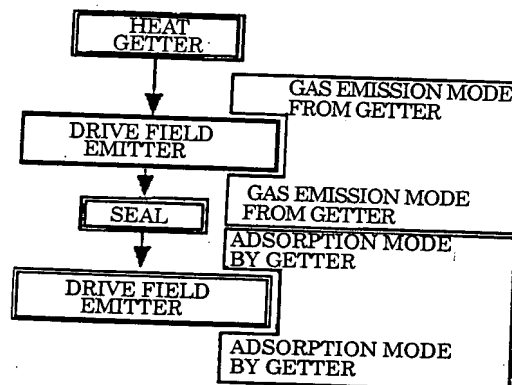
(74) Agent: Attorney Tadashi Wakabayashi



(54) [Title of the Invention] Method of Manufacturing Cathode Ray Tube

(57) [Abstract]

[Subject] To provide a method of manufacturing a cathode ray tube, which is capable of improving an electron emission characteristic by means of cleaning a cathode in a process of exhausting the cathode ray tube.



[Solving Means] A getter device which is contained in a tube, is heated while the tube is heated and exhausted, and electrons are emitted from the cathode while gas is emitted by means of heating this getter device. Thereafter, an exhaust pipe of the tube is sealed to maintain a vacuum with an adsorption function of the getter device.

[What is claimed is]

[Claim 1] A method of manufacturing a cathode ray tube, in which a getter device, which is contained in a tube, is heated while the tube is heated and exhausted, and then an exhaust pipe of the tube is sealed to maintain a vacuum with an adsorption function of the getter device, is characterized in that electrons are emitted from a cathode ray tube while gas is emitted by means of heating the getter device.

[Claim 2] The method of manufacturing a cathode ray tube according to claim 1, wherein the sum of partial pressures of gases contained in components of the gas, which have a mass number equal to 4 or less, is maintained to occupy 50% or more of a total pressure of the gas while the electrons are emitted.

[Claim 3] The method of manufacturing a cathode ray tube according to claim 1, wherein the cathode is a micro field emitter, and a potential difference of a potential of any portions within the tube relative to a potential of a cathode cone of the micro field emitter is 100V or less while the electrons are emitted.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

The present invention relates to a cathode ray tube in which a getter device is attached for increasing a vacuum level.

[0002]

[Prior Arts]

Conventionally, the cathode ray tube has been constituted in such a manner that a getter device attached within a tube thereof, the inside of the tube is exhausted to vacuum, and sealed (chipped off). Thereafter, a getter agent in the getter device is evaporated and scattered by means of a high-frequency induction heating apparatus, and residual gas is adsorbed to the getter agent. Thus, the vacuum level within the tube is increased.

[0003]

Examples of the cathode ray tube include a wide range of products such as a television set, a Cathode Ray Tube (CRT) used for a monitor screen of a computer, a thin-type display tube called a Field Emission Display (FED) and a traveling wave tube (TWT) used for a high-frequency amplifier and a high-frequency oscillator.

[0004]

Fig. 7 shows a CRT as a constitution example of the conventional cathode ray tube. In Fig. 7, the cathode ray tube comprises a tube 1 as a vacuum container, a cathode 2 as an electron emission source and a getter device 3 for increasing a vacuum level. As the electron emission source, a thermionic cathode emitting electrons by heating a target consisted of a substance and a structure where electrons are apt to be emitted, and a field emission type-cold cathode called a micro field emitter are used. The field emission type-cold cathode is an electron source constituted in the following manner. Specifically, a cathode cone as a cone-shaped and sharp electron emission portion is provided on a conductive substrate. Next, an insulating layer is provided on the conductive substrate so as to surround the cathode cone. Subsequently, a gate layer having emission holes of a sub micron level so as to expose the cathode cone is provided on the insulating layer. Moreover, a positive voltage relative to the cathode cone is applied to the gate layer. Finally, electrons are emitted into a vacuum from a tip of the cathode cone. The foregoing cold cathode is described in, for example, the gazette of Japanese Patent Laid-Open No. Hei 7-147129. Moreover, the getter device is described in the gazette of Japanese Patent Laid-Open No. Hei 8-124502. Furthermore, the getter agent using barium, which is called a barium getter, is generally used. This barium getter is generally prepared in a state of a barium-nickel alloy for stabilization thereof in the atmosphere.

[0005]

A chip pipe 4 as a vacuum port for exhaust is provided in the tube 1. The chip pipe 4 is made of glass, and can be sealed (chipped off) by softening with heater heating at the time of exhaust completion. An electron lens 6 for controlling the orbit of the electrons is disposed along the electron emission direction in the vicinity of the cathode 2. A hermetic pin 5 is provided

to apply a voltage to the electron lens 6 and to apply a voltage to the cathode 2.

[0006]

Fig. 8 shows a constitution of an exhaust device of the conventional cathode ray tube. An exhaust manifold 7 is communicated with the chip pipe 4 of the tube 1 of the cathode ray tube. An O-ring made of rubber is provided on the exhaust manifold 7, and the exhaust manifold 7 covers tightly an outer diameter of the chip pipe 4 through the O-ring to form a hermetic structure. And, a vacuum pump 9 is communicated with the exhaust manifold 7 through the vacuum pump 9.

[0007]

A necessary exhaust ultimate vacuum level of the cathode ray tube ranges from  $1 \times 10^{-6}$  Torr to  $1 \times 10^{-9}$  Torr. Accordingly, for the vacuum pump 9, a combination of an oil diffusion pump and an oil-sealed rotary pump or a combination of a turbo molecular pump and an oil-sealed rotary pump is used. However, since it is difficult to obtain the foregoing necessary exhaust ultimate vacuum level only by vacuuming through the fine chip pipe, an adsorption operation by means of the getter device is also used in general. Therefore, a getter device 3 is provided within the tube 1. As a device for heating the getter device from the outside of the tube 1, an induction heating coil 11 is provided.

[0008]

This induction heating coil 11 is set so as to give a sufficient energy to evaporate and scatter the getter agent in the getter device 3 to the getter agent. Heating the getter agent is as described in the gazette of Japanese Patent Laid-Open No. 7-85793 and the gazette of Japanese Patent Laid-Open No. 8-124502. Note that there is a case where an optical sensor for monitoring an overheat state of the getter agent by a color temperature is provided to monitor the temperature of the getter agent through a transparent portion of the CRT.

[0009]

For the purpose of increasing the ultimate vacuum level and for shortening an exhausting time, the tube 1 is accommodated in a heating furnace 10. Since a softening point of glass as a material of the tube 1 is about  $400^{\circ}\text{C}$ , the heating furnace 10 is set so as to heat the tube 1 at a

temperature less than 400 °C. When the tube 1 is heated, temperatures of the chip pipe 4 and the exhaust manifold 7 are elevated. The exhaust manifold 7 may be partially cooled. However, when there is an extreme temperature difference between an end portion of the chip pipe 4 made of glass in the side of the exhaust manifold 7 and an end portion of the chip pipe 4 in the side of the tube 1, a crack occurs. Accordingly, the exhaust manifold 7 is practically adjusted to be cooled too much. A temperature of the portion of the hermetic pin 5 is equal to that of the main tube. An induction heating coil (not shown) for heating an electrode of the electron lens 6 and an electric heater 12 for sealing the chip pipe 4 are also provided.

[0010]

Fig. 9 is a flowchart schematically showing a process of exhausting the conventional cathode ray tube. A summary of the exhausting process is as follows: (1) The chip pipe of the tube is first attached to the manifold by using the exhaust apparatus shown in Fig. 8; (2) Vacuuming for the inside of the tube starts, and exhausting continues; (3) The tube is heated and cooled in the heating furnace under a constant temperature profile that heating is performed in the first half and cooling is performed in the second half; and (4) The chip pipe of the tube is sealed (chipped off) in the cooling step under the temperature profile.

[0011]

An example of heating and cooling the tube in the heating furnace under the constant temperature profile is described in the gazette of Japanese Patent Laid-Open No. Hei 4-32130. There are many cases where a step called electrode baking is performed in a period of the tube heating step. The electrode baking is a step of emitting gas from the electrode by performing induction heating for the electron lens of the cathode ray tube. Exhausting gas emitted in the electrode baking step is generally performed during the tube cooling step of the temperature profile.

[0012]

Moreover, in the exhausting process, a step of evaporating and scattering the getter agent immediately before sealing the chip pipe is performed. Alternatively, the step of evaporating and scattering the getter agent may be performed after sealing the chip pipe. The getter agent has an adsorption function for gases other than inert gases. However, for the

inert gases such as argon and helium, the getter agent does not have such adsorption function.

[0013]

In the former case, that is, in the case of evaporating and scattering the getter before sealing (chipping off) the chip pipe, the inert gas emitted from the getter can be partially removed by means of the vacuum pump. On the contrary, in the latter case, that is, in the case of evaporating and scattering the getter after sealing the chip pipe, the created inert gas remains as it is. It is known that a large amount of argon gas particularly remains in the latter case.

[0014]

Moreover, in the former case, the getter agent exhibits a relatively rapid adsorption function for the gas other than the inert gas from the point of time when the getter agent is evaporated and scattered. Therefore, when exhausting is performed for a long time without performing sealing (chipping off) after evaporating and scattering the getter, the gas other than the inert gas within the vacuum pump is induced and adsorbed, thus a counter-pressure phenomenon occurs. When the counter-pressure phenomenon occurs, contamination such as oil in the vacuum pump is sent out. Thus, a vacuum state within the tube is extremely deteriorated. Accordingly, it is necessary to perform sealing (chipping off) prior to an occurrence of the counter-pressure phenomenon as described above.

[0015]

In both of the former and the latter case in the above-described getter heating process, electrons are not emitted from the cathode in a period of time when a vacuum level is deteriorated due to gas emission from the getter (hereinafter referred to as "gas emission mode from the getter".) Electrons are emitted from the cathode while the vacuum level is higher than  $1 \times 10^{-6}$  Torr by the adsorption function of the getter (hereinafter referred to as "gas adsorption mode by the getter".)

[0016]

Fig. 10 shows an example of the conventional corresponding relation between the above-described modes and the electron emission, that is, cathode driving. As shown in the drawing, while the gas emission mode from the getter is maintained, the electron emission is not

driven. While the adsorption mode by the getter is brought about, driving is first performed for the electron emission. Note that, for a CRT using a cathode called an oxide cathode, there is a step called cathode decomposition. Herein, a step of electrically heating the cathode while an oxygen concentration is relatively high immediately after the start of vacuum is generally employed. In this case, the step is for oxidizing the cathode, and the electron emission is not intended.

[0017]

[Problems to be Solved by the Invention]

In the conventional cathode ray tube and the method of manufacturing the same, there has been a problem that the residual inert gas within the tube cannot be removed after the sealing (chipping off) of the chip pipe is performed. Therefore, as described above, after the step of evaporating and scattering the getter where a large amount of the inert gas is emitted, the sealing (chipping off) is executed. In this case, as described above, the sealing (chipping off) must be performed before an occurrence of the counter-pressure phenomenon.

[0018]]

On the other hand, the cathode of the cathode ray tube needs to be subjected to pre-treatment for improving an electron emission characteristic thereof. Herein, an electron emission efficiency is low when the tip of the emitter cone made of molybdenum is contaminated or oxidized in the cold cathode using the micro field emitter. Therefore, as pre-treatment methods, a surface of the cathode is cleaned by being subjected to heating processing in vacuum, a self-increment function of the electron emission by continuing the electron emission (generally referred to as "aging") is generated, and a contamination layer or an oxide layer of the surface are removed by means of ion sputtering. The ion sputtering is the most effective pre-treatment when the contamination is severe or the oxide is thick. However, in the process of exhausting the conventional cathode ray tube, a necessary amount of sputtering gas cannot be introduced within the tube to remove the residual sputtering gas after the pre-treatment for the cathode is completed. Therefore, a necessary vacuum level cannot be achieved. In order to prevent formation of a compound on the cathode surface after removing

[0019]

In order to solve the above-described problems on the prior arts, the object of the present invention is to provide a method of manufacturing a cathode ray tube, which is capable of improving the electron emission characteristic by means of cleaning a cathode in a process of exhausting the cathode ray tube.

[0020]

[Means for Solving the Problems]

In order to achieve the above-described object, the present invention provides a method of manufacturing a cathode ray tube, in which a getter device incorporated in a tube is heated while the tube is heated and exhausted, and then an exhaust pipe of the tube is sealed to maintain a vacuum with an adsorption function of the getter device, characterized in that electrons are emitted from a cathode while gas is emitted by means of heating the getter device, and then the vacuum is sealed.

[0021]

Moreover, the sum of partial pressures of gases contained in components of the gas, which have a mass number equal to 4 or less, is preferably maintained to occupy 50% or more of a total pressure of the gas while the electrons are emitted. Alternatively, the cathode is a micro field emitter, and a potential difference of a potential of any portions within the tube relative to a potential of a cathode cone of the micro field emitter is preferably 100V or less while the electrons are emitted.

[0022]

(Operation)

As described above, in the present invention, in the process of exhausting the cathode ray tube, electrons are emitted from the cathode while gas is emitted by heating the getter device provided to maintain a vacuum level of the tube. As a result, the gas emitted from the getter device is ionized, and the ions are radiated to the cathode. With this sputtering operation, the cathode is cleaned, and the electron emission characteristic is improved.

[0023]

Particularly, the sum of the partial pressures of the gases contained in the components of the gas, which have a mass number equal to 4 or less,



is maintained to occupy 50% or more of the total pressure of the gas while the electrons are emitted. Thus, the sputtering operation caused mainly by ions from gases having respectively a small mass occurs. Accordingly, a damage to the cathode can be lowered. Moreover, gases and secondary electrons emitted from the cathode by the sputtering operation are lowered, and discharge breakdown induced by the sputtering operation is also repressed.

[0024]

Moreover, a potential difference of a potential of any portions within the tube relative to a potential of an electron emission portion of the cathode (e.g., a cathode cone of the micro field emitter) is set to be 100V or less while the electrons are emitted. Thus, discharge breakdown induced by ion bombardment is controlled.

[0025]

[Preferred embodiment of the Invention]

Descriptions will be made for a preferred embodiment of the present invention with reference to the accompanying drawings below.

[0026]

First, as an embodiment corresponding to claim 1 of the present invention, a method of manufacturing a CRT using the micro field emitter as a cathode thereof is described.

[0027]

The process of manufacturing a CRT, particularly, the summary of the exhausting process are the same as the one described in the column of the prior arts with reference to Fig. 9. Specifically, as shown in Fig. 9: (1) The chip pipe of the tube is first attached to the manifold; (2) Vacuuming for the inside of the tube starts, and exhausting continues; (3) The tube is heated and cooled in the heating furnace under a constant temperature profile

of this embodiment with reference to Fig. 1 below. The step of evaporating and scattering the getter agent by heating the getter device is performed in the exhausting process immediately before sealing the chip pipe. A vacuum level when the getter device is heated is set to be  $1 \times 10^{-6}$  Torr or less. When the getter is heated as shown in Fig. 1, substances contained in the getter agent and the container thereof are changed into gas and emitted. In the first half of the gas emission mode from the getter immediately after heating the getter, various kinds of gases exist within the tube. Most of the gases are ambient gases in the step of preparing the getter agent, and similar to the atmosphere components. In addition to nitrogen, oxygen and hydrogen, inert gases such as argon and helium exist.

[0029]

In the second half of the gas emission mode from the getter, with a pumping operation of the getter, active gases such as nitrogen, oxygen and hydrogen are reduced. Thus, the main components of the residual gas are two kinds of inert gases, that is, argon and helium. A state where a partial pressure of a gas component other than argon and helium is  $1 \times 10^{-8}$  Torr or less, and where a partial pressure of argon ranges from  $1 \times 10^{-8}$  Torr or more to  $1 \times 10^{-6}$  Torr or less is referred to as the second half of the gas emission mode from the getter. In the second half of this gas emission mode from the getter, a voltage is applied between the gate of the micro field emitter as the cathode and the cathode cone to emit electrons from the cathode cone. A potential of 500 V is applied in common to the electron lens disposed adjacent to the cathode. A potential to an aperture grill is also set to be 500V. A potential to the gate is 0V, and an initial potential to the cathode cone is -80V. The initial potential is a potential initially given to the cathode cone. A cathode current is monitored every one second, and a voltage is increased (moved to 0V) so that the cathode current cannot exceed  $10\mu\text{A}$ . Even if the cathode current does not reach  $10\mu\text{A}$ , the voltage is not reduced (moved from 0V). Note that the micro field emitter is used, in which a thousand of the cathode cones are arrayed in an area having a diameter of  $50\mu$ .

[0030]

The electron emission by driving the micro field emitter is completed in one to two minutes, and vacuuming continues to make a state where the partial pressure of argon is  $1 \times 10^{-8}$  Torr or less. Then, sealing is per-

formed. After the sealing, the partial pressure of the residual gas, particularly, the partial pressure of the active gas are reduced. In a state where the partial pressure of the residual gas other than argon and helium is  $5 \times 10^{-9}$  Torr or less, the CRT is driven. Herein, the CRT is driven by a driving method generally called raster scan.

[0031]

Next, description will be made for an embodiment, which corresponds to claim 2 of the present invention with reference to Figs. 2 and 3. Figs 2 and 3 are respectively a flowchart showing a process and a graph explaining a state within the tube, in which the method of manufacturing a CRT starts from exhausting immediately before heating the getter device, passes through the cathode driving and the sealing, and reaches the completion of the second cathode driving.

[0032]

A summary of the process flow will be described with reference to Fig. 2. The electron lens is heated after heating the getter. Thereafter, electrons are emitted by driving the micro field emitter as the cathode. During this electron emission, sputtering is performed by use of residual gaseous ions within the tube to clean the surface of the cathode cone of the emitter. Exhausting continues after the emitter is driven, then sealing is performed. After the sealing, the tube is left for 30 minutes or more to further increase the vacuum level of the inside of the tube with the pump operation of the getter device. Then the second emitter driving is performed. This second driving is raster scan.

[0033]

Note that the step illustrated by a frame with a double line in Fig. 2, for example, the step of "getter heating" is shown as a step which actually starts and ends in a period of time thereof. On the other hand, the step illustrated by a frame with a single line, for example, the step of "exhausting" shows a state of a period of time thereof. Specifically, the step of "exhausting" is continuously performed from before "getter heating" to a moment of sealing with an emission-type vacuum pump such as a turbo molecular pump and an oil diffusion pump. The step of "getter pump operation" starts from a moment of heating the getter and continues after the process of Fig. 2 is completed.

[0034]

Subsequently, detailed description will be made for the embodiment, which corresponds to claim 2, with reference to Figs. 2 and 3. Fig. 4 shows a constitution of an exhaust apparatus for performing the process of Fig. 2. Fig. 3 shows a state of vacuum levels within the tube, which correspond to each step of Fig. 2.

[0035]

The getter heating starts in a state where the total pressure within the tube is  $1 \times 10^{-8}$  Torr or less. Temperatures of the getter agent and container are elevated by the getter heating, and as shown in Fig. 3, the total pressure and the partial pressure of argon and the like are increased. As a result of heating for twenty seconds, the total pressure reaches  $1 \times 10^{-5}$  Torr. By stopping the heating, the temperatures are lowered to slow down a speed of gas emission. Thus, a vacuum level is improved by exhausting with the vacuum pump. The getter pump operation is added after stopping the getter heating, and hence the speed of improving the vacuum level gets faster than that before the getter heating.

[0036]

Electron lens heating (referred to as electrode heating) starts in five seconds after stopping the getter heating (in twenty five seconds counting from the start of the getter heating). The electron lens has already been subjected to in-vacuum high-temperature heating ( $800^{\circ}\text{C}$  or more) prior to the process shown in Fig. 2. As shown in Fig. 3, by starting the electrode heating, the total pressure within the tube is increased. The temperature of the electrode heating is adjusted so that the total pressure within the tube cannot be in a counter pressure state relative to the exhausting capability of the vacuum pump, thus preventing the lowering of the total pressure. As an example, the electrode temperature is maintained to be  $300^{\circ}\text{C}$ . The electron lens has previously been heated in a hydrogen atmosphere before the electron lens is attached to the tube. Therefore, the main component of the emission gas in the electrode heating at the above-described temperature is hydrogen. As a result, the pressure during the electrode heating is mainly occupied with hydrogen, helium and argon as shown in Fig. 3. And, the total pressure is maintained to be  $1 \times 10^{-7}$  Torr. This pressure is more than  $1 \times 10^{-9}$  Torr, which is a limit of the counter

pressure of the constitution of this exhaust apparatus. At the time of completing the electrode heating for five seconds, the emitter driving is performed.

[0037]

A detail of the emitter driving is the same as the step of "applying a voltage between the gate of the micro field emitter as the cathode and the cathode cone to emit electrons from the cathode cone" described in the embodiment which corresponds to claim 1. This emitter driving step is made to continue for thirty seconds. During this period, the total pressure is  $1 \times 10^{-7}$  Torr or less, which is more than  $1 \times 10^{-9}$  Torr, and the sum of the partial pressures of helium and hydrogen is maintained to occupy 50% or more of the total pressure. Exhaust conductance of the vacuum pump and a quantity and quality of the getter agent of the getter device are adjusted to maintain the ratio of 50% or more of the total pressure. Since the vacuum pump has a large capability of exhausting gas having a large mass number such as argon, increasing the exhaust conductance can lower the partial pressure of argon. Partial pressures of active gases such as oxygen, nitrogen, hydrogen and water can be rapidly lowered by the pump operation of the getter. Since molecules of oxygen and nitrogen have a relatively large mass number, exhausting with the vacuum pump can be performed relatively efficiently. The above-described conditions are adjusted to maintain the partial pressure ratio of 50% or more of the total pressure. During the emitter driving, the residual gases having small mass numbers (4 or less) such as helium and hydrogen ionized with electrons performs mild sputtering on the surface of the cathode cone and cleans it. When the maximum potential difference between the electrodes is 560V or less, the gas having a small mass number can perform sputtering. Accordingly, generation of a cascade within the cathode cone made of molybdenum becomes slight, thus reducing the damage of the cathode cone. Moreover, the gases and the secondary electrons emitted by the sputtering operation are lowered, and the discharge breakdown induced by the sputtering operation is also repressed.

[0038]

After the emitter driving thus performed, the vacuum level is improved with two operations that are exhausting with the vacuum pump and

the getter pump operation, then the sealing is performed. In this case, the total pressure is  $1 \times 10^{-9}$  Torr, which is approximately the limit of the counter pressure. The sealing is performed when the total pressure is equal to the limit of the counter pressure or less. After the sealing, the vacuum level is further improved with the getter pump operation, and in 30 minutes, the second emitter driving as raster scan is performed.

[0039]

Next, description will be made for a constitution of the exhaust apparatus for executing the above-described exhausting process. Fig. 4 shows the constitution of the exhaust apparatus. In the drawing, the same component parts as those shown in Fig. 8 are denoted with the same reference numerals. As shown in Fig. 4, the exhaust apparatus of this embodiment comprises the electrode heating induction heating coil 13 and the heat resistant wiring 14, in addition to the constitution of the device described with reference to Fig. 8. The electrode heating induction heating coil 13 is a device for performing the electrode heating as shown in the flowchart of Fig. 2. In the conventional electrode heating, a similar device has been used. However, the device described herein comprises a current adjusting mechanism which can stably supply a heating temperature of about 300°C. The heat resistant wiring 14 is provided for the first field emitter driving as shown in the flowchart of Fig. 2, and has a resistant capability to heating with a heating furnace.

[0040]

Next, description will be made for an embodiment, which corresponds to claim 3 of the present invention, with reference to Figs. 5 and 6.

Fig. 5 shows an example of the constitution of the electron gun of the traveling wave tube electrode. In Fig. 5, the cathode 2 is a micro field emitter, and fixed to the base 15 made of metal. The base 15 also serves as wiring for applying a potential to the cathode cone of the emitter. The wiring 16 for applying a potential to the gate electrode of the emitter, the first anode 17 and the second anode 18 are provided. When the traveling wave tube is put into practical use, voltages equal to 1 kV or more are respectively applied to the electrodes of the first anode and the second anode. In the practical use, voltages of 0V and 120V are respectively applied to the cathode cone and the gate in the cathode using the micro field emitter. In

this embodiment, in the emitter driving immediately after the getter heating, all the electrode potentials relative to the potential of the cathode cone is set to be 100V or less as shown in Fig. 5. Note that a potential of the container is 0V.

[0041]

Fig. 6 shows a flowchart of the getter process in the traveling wave tube. As shown in the drawing, the field emitter driving is performed immediately after the getter heating. The initial potentials in this case are as shown in Fig. 5. The potential of the gate is gradually lowered in accordance with the cathode current. These procedures are as described in the embodiment which corresponds to claim 1. In this embodiment described herein, the cathode current is set to be 100 $\mu$ A. The non-evaporation type getter is used. The non-evaporation type getter adsorbs the residual gas remained in the container by utilizing the adsorption function of the solid surface of the getter agent of the getter device, thus elevating the vacuum level. Since the solid surface after adsorbing the residual gas becomes inactive, it is necessary to move the solid molecules by heating the getter in order to expose the active surface. During this heating, the gas emission occurs from the getter agent and the vicinity thereof. Particularly during the first getter heating in the vacuum, a large amount of gas contained in the getter agent and the vicinity thereof is emitted. The getter heating shown in Fig. 6 is the first heating in the vacuum. The gas emitted by this heating is ionized with electrons to sputter and clean the cathode cone. Since a potential difference between the cathode cone and other electrode portions is maximumly 100V, the damage such as discharge breakdown induced by the ion bombardment is reduced.

[0042]

In the above-described embodiments, particularly in the embodiments corresponding to claims 1 and 2, descriptions have been made for the CRT taken in example. However, these embodiments can also apply to a flat display using the cathode ray tube similarly. Moreover, in the above-described embodiments, descriptions have been made for the micro field emitter taken in example as the cathode. However, these embodiments can also apply to a thermionic cathode similarly. In this case, electrons are emitted with heater heating.

[0043]

[Effects of the Invention]

Since the present invention is constituted as described above, effects described hereinafter are taken.

[0044]

In the invention described in claim 1, electrons are emitted from the cathode while gas is emitted by heating the getter device in the step of exhausting the cathode ray tube, thus performing ion-sputtering to the cathode. As a result, the cathode is cleaned, thus improving the electron emission characteristic.

[0045]

Moreover, in the invention described in claims 2 and 3, the above-described effects can be obtained while reducing the discharge breakdown of the cathode.

[Brief Description of the Drawings]

[Figure 1] A flowchart showing features of the method of manufacturing a cathode ray tube best, which corresponds to claim 1 of the present invention.

[Figure 2] A flowchart showing features of the method of manufacturing a cathode ray tube best, which corresponds to claim 2 of the present invention.

[Figure 3] A graph explaining a state within the cathode ray tube in the method of manufacturing a cathode ray tube, which corresponds to claim 2 of the present invention.

[Figure 4] A constitutional view of an exhaust apparatus of the cathode ray tube, which corresponds to claim 2 of the present invention.

[Figure 5] A constitutional view showing an example of an electron gun portion of a traveling wave tube as a cathode ray tube, which corresponds to claim 3 of the present invention.

[Figure 6] A flowchart showing the method of manufacturing a cathode ray tube, which corresponds to claim 3 of the present invention.

[Figure 7] A constitutional view of the conventional cathode ray tube.

[Figure 8] A constitutional view of the exhaust device of the conventional cathode ray tube.

[Figure 9] A flowchart showing the exhausting process of the conventional cathode ray tube.

[Figure 10] A flowchart showing the method of manufacturing a cathode ray tube, which corresponds to claim 4 of the present invention.



cathode ray tube.

[Explanation of Reference Numerals]

- 1: Tube
- 2: Cathode
- 3: Getter Device
- 4: Chip Pipe
- 5: Hermetic Pin
- 6: Electron Lens
- 7: Exhaust Manifold
- 8: Valve
- 9: Vacuum Pump
- 10: Heating Furnace
- 11: Induction Heating Coil
- 12: Electric Heater
- 13: Electrode Heating Induction Heating Coil
- 14: Heat Resistant Wiring
- 15: Base Made of Metal
- 16: Wiring
- 17: First Anode
- 18: Second Anode

FIG. 1

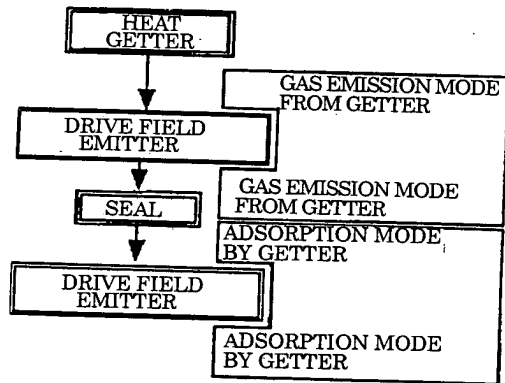


FIG. 2

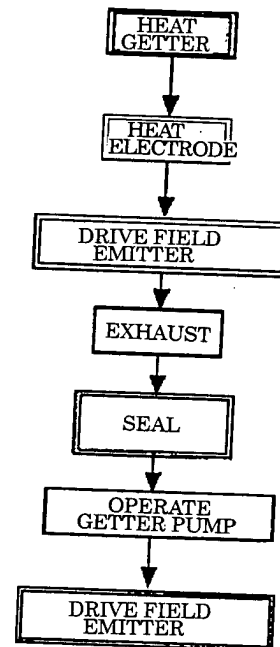


FIG. 3

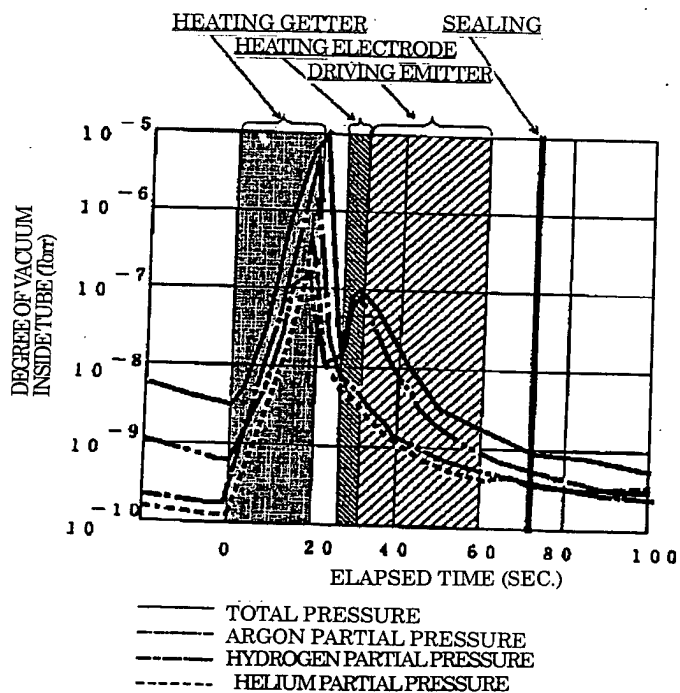


FIG. 4

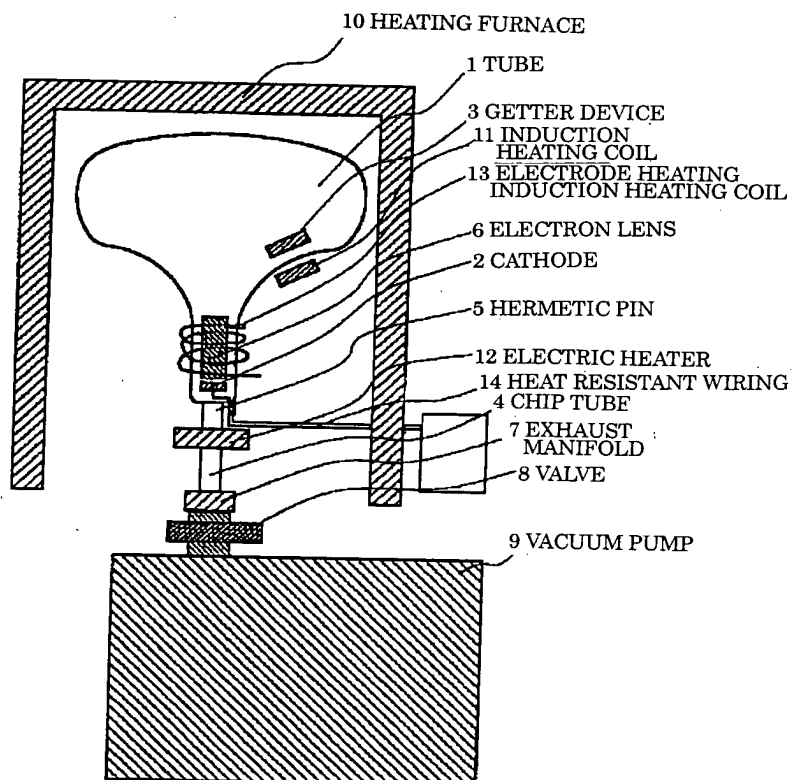


FIG. 5

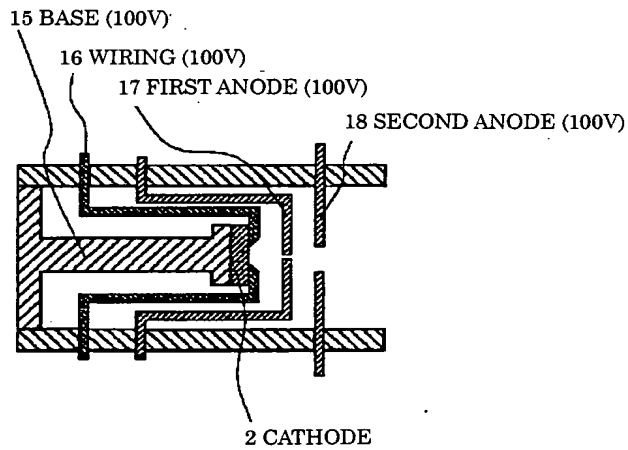


FIG. 6

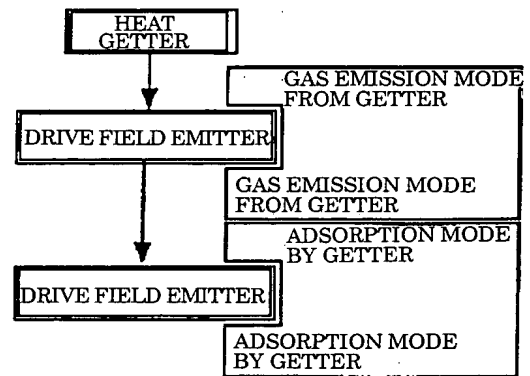


FIG. 7

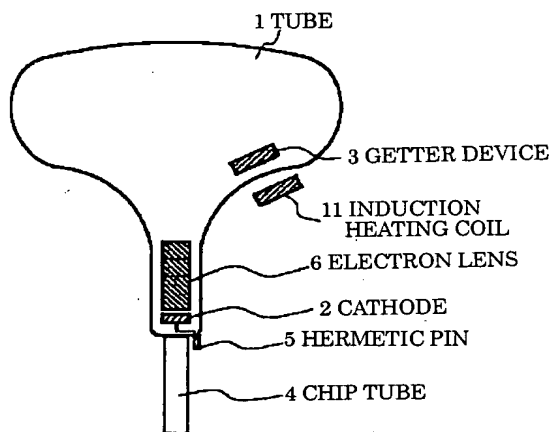


FIG. 8

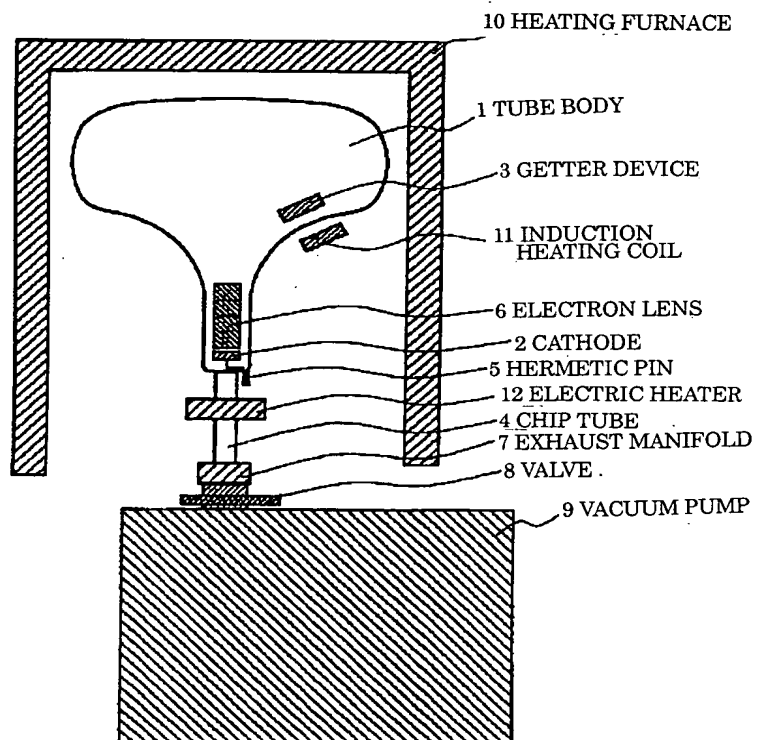


FIG. 9

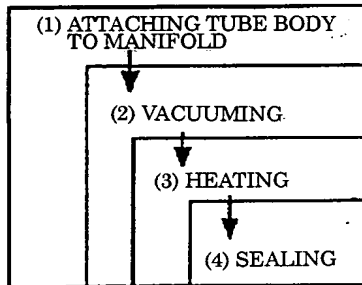


FIG. 10

